

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002年5月2日 (02.05.2002)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 02/35613 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 31/042, 33/00, 25/04 (74) 代理人: 弁理士 岡村俊雄(OKAMURA, Toshio); 〒530-0047 大阪府大阪市北区西天満4丁目5番5号 岡村特許事務所 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/07360 (81) 指定国(国内): AU, CA, CN, JP, KR, US.

(22) 国際出願日: 2000年10月20日 (20.10.2000) (84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB, IT, NL, SE).

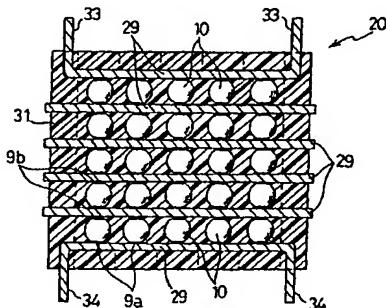
(25) 国際出願の言語: 日本語 添付公開書類:  
— 国際調査報告書

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人および  
(72) 発明者: 中田祐祐 (NAKATA, Josuke) [JP/JP]; 〒610-0102 京都府城陽市久世大谷112番地の17 Kyoto (JP). 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドノート」を参照。

(54) Title: LIGHT-EMITTING OR LIGHT-DETECTING SEMICONDUCTOR MODULE AND METHOD OF MANUFACTURE THEREOF

(54) 発明の名称: 発光又は受光用半導体モジュール及びその製造方法



(57) Abstract: A semiconductor module (20) comprises 25 light-detecting semiconductor devices (10), for example, connected in a 5×5 matrix using a connecting member consisting of 6 conducting lead frames (29); a transparent material (31) in which the semiconductor devices and the connecting member are buried; and negative and positive terminals (33, 34). In the matrix, the semiconductor devices (10) in each column are connected in series and the semiconductor devices (10) in each row are connected in parallel. The semiconductor device (10) has first and second flat sides that are provided with negative and positive electrodes (9a, 9b), respectively.

(57) 要約:

WO 02/35613 A1

この半導体モジュール(20)においては、例えば25個の受光機能のある半導体デバイス(10)が6本のリードフレーム(29)からなる導電機構を通して5行5列のマトリックス状に配置され、各列の半導体デバイス(10)が直列接続され且つ各行の半導体デバイス(10)が並列接続されている。透明合成樹脂製の光透過部材(31)内に埋め込まれ、正極端子33と負極端子34も設けられている。半導体デバイス(10)には第1、第2の平坦面が形成され、負電極9aと正電極9bが設けられている。

## 明 細 書

## 発光又は受光用半導体モジュール及びその製造方法

## 05 技術分野

本発明は、複数の粒状の半導体デバイスを組み込んだ発光又は受光用モジュールとその製造方法に関する。この発光又は受光用半導体モジュールは、太陽電池パネル、照明用パネル、ディスプレイ、半導体光触媒など種々の用途に適用可能なものである。

10

## 背景技術

従来、p形又はn形の半導体からなる小径の球状の半導体素子の表面部に拡散層を介してp n接合を形成し、それら多数の球状の半導体素子を共通の電極に並列接続して、太陽電池や半導体光触媒に活用する技術が研究されている。

15 米国特許第3, 998, 659号公報には、n形の球状半導体の表面にp形拡散層を形成し、多数の球状半導体の拡散層を共通の膜状の電極（正極）に接続するとともに多数の球状半導体のn形コア部を共通の膜状の電極（負極）に接続して太陽電池を構成する例が開示されている。

米国特許第4, 021, 323号公報には、p形の球状半導体素子やn形の球20 状半導体素子をマトリックス状に配置して、それら半導体を共通の膜状の電極に接続するとともに、それら半導体素子の拡散層を共通の電解液に接触させて、太陽光を照射して電解液の電気分解を起こさせる太陽エネルギーコンバータ（半導体モジュール）が開示されている。また、米国特許第4, 100, 051号公報や第4, 136, 436号公報にも、前記とほぼ同様の太陽エネルギーコンバ25 タが開示されている。

この種の従来の半導体モジュールでは、半導体素子が並列接続されているため、モジュールの両端子には低電圧で大電流が流れる。仮に、半導体素子の1個でも故障によりショート状態になると、そこに大きな短絡電流が流れモジュール

の出力が失われる。

一方、本発明の発明者は、WO 98/15983やWO 99/10935号国際公開公報に示すように、p形半導体やn形半導体からなる球状の半導体素子に拡散層、p-n接合、1対の電極を形成した粒状の発光又は受光用の半導体デバイスを提案し、その多数の半導体デバイスを直列接続したり、その複数の直列接続体を並列接続して、太陽電池、水の電気分解等に供する光触媒装置、種々の発光デバイス、カラーディスプレイなどに適用可能な半導体モジュールを提案した。

この半導体モジュールにおいて、何れかの直列接続体の何れかの半導体デバイスが故障によりオープン状態になると、その半導体素子を含む直列回路には電流が流れなくなり、その直列接続体における残りの正常な半導体デバイスも機能停止状態となり、半導体モジュールの出力の低下が発生する。

更に、前記公報に本発明者が提案した正負の電極を形成した球状の半導体デバイスでは、転がりやすいため取扱いが面倒で、正負の電極を形成する位置を決定したり、組み立ての際に正負の電極を識別するのも容易ではない。

本発明の目的は、何れかの発明デバイスが故障しても、出力電圧や電流の減少を最小に抑えることのできる発光又は受光用半導体モジュールとその製造方法を提供すること、粒状の半導体デバイスの1対の電極の識別を容易にした発光又は受光用半導体モジュールとその製造方法を提供すること、光透過部材の反射作用を介して入射点や発光点から離隔した位置にも導光可能にした発光又は受光用半導体モジュールとその製造方法を提供することなどである。

### 発明の開示

本発明の発光又は受光用半導体モジュールは、発光又は受光機能のある粒状の複数の半導体デバイスであって、導電方向を揃えた状態で複数行複数列に配設された複数の半導体デバイスと、それら各列の複数の半導体デバイスを電気的に直列接続すると共に各行の複数の半導体デバイスが電気的に並列接続する導電接続機構とを備えたこと特徴とするものである（第1項）。

ここで、好ましくは、前記導電接続機構が、金属製の薄板からなる複数のリ

ドフレームで構成され（第2項）、また、前記全部の半導体デバイスを埋め込み状に覆う光透過部材を有する（第3項）。

第1項の半導体モジュールにおいて、好ましくは、前記半導体デバイスが太陽電池であり（第4項）、或いは、前記半導体デバイスが球状の半導体デバイスで  
05 あり（第5項）、或いは、前記半導体デバイスが円柱状の半導体デバイスである（第6項）。

第2項の半導体モジュールにおいて、好ましくは、前記半導体デバイスが、p形又はn形の半導体からなるほぼ球状の半導体素子であって、その中心の両側の  
10 1対の頂部に平行な第1、第2の平坦面を形成した半導体素子と、前記第1の平坦面を含む半導体素子の表層部に形成された拡散層およびこの拡散層を介して形成されたほぼ球面状のp n接合と、前記第1、第2の平坦面に夫々設けられ且つ前記p n接合の両端に接続された第1、第2の電極とを備えている（第7項）。

第2項の半導体モジュールにおいて、好ましくは、前記半導体デバイスが、p形又はn形の半導体からなる円柱状の半導体素子であって、その1対の端部に軸  
15 心と直交する平行な第1、第2の平坦面を形成した半導体素子と、前記第1の平坦面を含む半導体素子の表層部に形成した拡散層およびこの拡散層を介して形成されたp n接合と、前記第1、第2の平坦面に夫々設けられ且つ前記p n接合の両端に接続された第1、第2の電極とを備えている（第8項）。

第7項の半導体モジュールにおいて、好ましくは、前記第1、第2の平坦面の  
20 平均直径が両平坦面間の距離よりも小さく（第9項）、また、前記第1、第2の平坦面は異なる直径に形成されている（第10項）。

第7項又は第8項の半導体モジュールにおいて、好ましくは、次のように構成される。前記半導体素子がシリコン半導体で構成されている（第11項）。前記半導体素子が、砒化ガリウム（GaAs）、隣化インジウム（InP）、隣化ガ  
25 リウム（GaP）、窒化ガリウム（GaN）、セレン化インジウム・銅（InCuSe）のうちの何れかの化合物半導体で構成されている（第12項）。前記半導体素子がp形半導体で構成され、前記拡散層がn形拡散層で構成され、前記第2の平坦面にp形拡散層が形成され、このp形拡散層の表面に第2の電極が設け

られている（第13項）。前記半導体素子がn形半導体で構成され、前記拡散層がp形拡散層で構成され、前記第2の平坦面にn形拡散層が形成され、このn形拡散層の表面に第2の電極が設けられている（第14項）。

本発明の別の発光又は受光用半導体モジュールは、発光又は受光機能のある粒状の複数の半導体デバイスであって、導電方向を揃えた状態で複数列に区分されて周方向に適當間隔おきにリング状に配置された複数列をなす複数の半導体デバイスと、それら各列の複数の半導体デバイスを電気的に直列接続すると共に各リングの複数の半導体デバイスを電気的に並列接続する導電接続機構とを備えたこと特徴とするものである（第15項）。

10 ここで、好ましくは、透明合成樹脂製の円筒状の光透過部材を設け、前記リング状に配設された複数列の半導体デバイスが、前記光透過部材の周壁内に埋め込まれている（第16項）。好ましくは、前記光透過部材の周壁の内周面には光を乱反射させる乱反射面が形成されている（第16項に從属の第17項）。

本発明の発光又は受光用半導体モジュールの製造方法は、金属薄板製の複数のリードフレームと、発光又は受光機能のある粒状の複数の半導体デバイスを準備する第1工程と、前記複数のリードフレームの間に複数の半導体デバイスを導電方向を揃えた状態で組み込んで、それら半導体デバイスを複数行複数列のマトリックス状に配置し、各列の半導体デバイスをリードフレームを介して直列接続すると共に各行の半導体デバイスをリードフレームを介して並列接続する第2工程と、前記マトリックス状に配置した複数の半導体デバイスを透明合成樹脂製の光透過部材内に埋め込む第3工程とを備えたことを特徴とするものである（第18項）。

ここで、好ましくは、前記第3工程において、各列の半導体デバイスの両側に部分円筒レンズ部を形成する（第19項）。

25 本発明の別の発光又は受光用半導体モジュールの製造方法は、金属薄板製のリング状の複数のリードフレームと、発光又は受光機能のある粒状の複数の半導体デバイスを準備する第1工程と、前記複数のリードフレームの間に複数の半導体デバイスを導電方向を揃えた状態で組み込んで複数列に区分し且つ周方向に適當

間隔おきにリング状に配置した複数列に整列させると共に、各列の複数の半導体デバイスをリードフレームを介して直列接続すると共に各リングの複数の半導体デバイスをリードフレームを介して並列接続する第2工程と、前記複数列の半導体デバイスを透明合成樹脂製の円筒状の光透過部材の周壁内に埋め込む第3工程  
05 とを備えたことを特徴とするものである（第20項）。

#### 図面の簡単な説明

図1～図16は最初の実施形態を示す図であり、図1は球状半導体素子の断面図であり、図2は第1の平坦面を形成した半導体素子の断面図であり、図3は拡散層とpn接合を形成した半導体素子の断面図であり、図4は第2の平坦面を形成した半導体素子の断面図であり、図5は拡散層を形成した半導体素子の断面図であり、図6は半導体デバイスの断面図である。  
10

図7はリードフレーム板の平面図であり、図8は半導体デバイスとリードフレーム板を組み合わせた組立て体の縦断側面図であり、図9は半導体デバイスとリードフレームの拡大断面図であり、図10は3組の半導体モジュールとリードフレーム板の平面図であり、図11は半導体モジュールとリードフレーム板の縦断面であり、図12は半導体モジュールとリードフレーム板の縦断面であり、図13は半導体モジュールの平面図であり、図14は半導体モジュールの縦断面図であり、図15は半導体モジュールの側面図であり、図16は半導体モジュールの等価回路の図である。  
15  
20

図17は変更形態1における半導体デバイスの断面図である。図18～図21は変更形態2を示す図であり、図18は第1、第2の平坦面を形成した半導体素子の断面図であり、図19は拡散層を形成した半導体素子の断面図であり、図20は負電極を設けた半導体素子の断面図であり、図21は半導体デバイスの断面図である。  
25

図22～図30は変更形態3を示す図であり、図22は円柱状半導体素材と半導体素子を示す図であり、図23は図22のXXIII-XXIII線断面図であり、図24は拡散層を形成した半導体素子の断面図であり、図25は第の平坦面を除去

した半導体素子の断面図であり、図26は他の拡散層を形成した半導体素子の断面図であり、図27は半導体デバイスの断面図であり、図28は半導体モジュールの平面図であり、図29は図28のXXVIIII - XXVIII 線断面図であり、図30は半導体デバイスとリードフレームの要部拡大断面図である。

05 図31～図34は変更形態4を示す図であり、半導体モジュール製造途中の組み立て体の平面図であり、図32は前記組み立て体の正面図であり、図33は半導体モジュールの平面図であり、図34は半導体モジュールの断面図である。

#### 発明の最良の実施の形態

10 以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて説明する。

最初に、本発明の半導体デバイスの構造について説明する。

図1～図6は、太陽電池に好適な受光用半導体デバイス10の製造方法を示すものであり、図6はその受光用半導体デバイス10の断面図である。

図6に示すように、受光用半導体デバイス10は、例えばp形半導体からなる半導体素子1と、n形の拡散層3と、pn接合4と、1対の電極9a, 9b（負電極9a、正電極9b）と、p<sup>+</sup>形の半導体からなる拡散層8と、反射防止膜6aとを備えている。半導体素子1は、p形のシリコン単結晶からなる例えば直径1.5 mmの真球状の半導体素子1a（図1参照）から製作したものである。半導体素子1の中心の両側の1対の頂部には、平行な第1、第2の平坦面2, 7が形成されている。第1の平坦面2は例えば直径0.6 mm、第2の平坦面7は例えば直径0.8 mmである。第1、第2の平坦面2, 7の平均直径が両平坦面2, 7間の距離よりも小さい。

20 拡散層3は、第1の平坦面2を含む半導体素子1の表層部に形成され、第2の平坦面7にはn形の拡散層3が形成されておらず、他の拡散層8が形成されている。この拡散層3はリンを拡散させた厚さ0.4～0.5 μmのn<sup>+</sup>形拡散層である。この拡散層3を介してほぼ球面状のpn接合4（正しくは、pn<sup>+</sup>接合）が形成されている。

25 第1の平坦面2において拡散層3の表面には、銀ペーストを焼成した薄膜状の

第1電極9aが設けられ、第2の平坦面7においてp<sup>+</sup>形の拡散層8の表面には、銀ペーストを焼成した薄膜状の第2電極9bが設けられている。シリコン酸化膜6からなる反射防止膜6aは、第1、第2の平坦面2、7を除いて拡散層3の表面に形成されている。尚、以下に説明する半導体デバイス10の製造方法の記載からも、半導体デバイス10の構造が一層明瞭となろう。

この半導体デバイス10においては、ほぼ球面状のpn接合4が光電変換機能があり、太陽光を受けて光電変換し約0.6ボルトの起電力を発生する。第1、第2の平坦面2、7に薄膜状の負電極9aと正電極9bを形成したので、半導体デバイス10が転がりにくくなり、挟持しやすく取扱い易くなった。しかも、第1、第2の平坦面2、7の大きさが異なるため、負電極9aと正電極9bをセンサや目視にて容易に判別できるようになり、多数の半導体デバイス10を半導体モジュールに組み立てる際の作業能率を高めることができる。

次に、前記の半導体デバイス10を製造する方法について、図1～図6を参照して説明する。最初に、図1に示すように、例えば直径1.5mmで、抵抗率が1Ωm程度のp形シリコン単結晶からなる真球状の球状半導体素子1aを製作する。このような球状半導体素子1aは、本発明者が既に特開平10-33969号公報や国際公開公報WO98/15983号公報において提案した方法で製造することができる。その方法においては、落下チューブを採用し、原料としてのシリコン粒を落下チューブの上端側の内部で溶融して自由落下させながら表面張力の作用で真球状を保持しつつ凝固させて真球状のシリコン単結晶を製作する。但し、機械的な研磨などにより球状半導体を作ることもできる。

次に、図2に示すように、球状の半導体素子1aの表面の一部を機械的化学的研磨法により加工して直径0.6mm程度の第1の平坦面2を形成する。次に、図3に示すように、公知の方法によりリンを全面に拡散してn<sup>+</sup>形の拡散層3を形成し、球状半導体1の表面から深さ0.4～0.5μm程度に位置するほぼ球面状のpn接合4を形成する。リンを拡散する工程で生じた表面のシリコン酸化膜5を一旦エッティングで除去し、再度酸素雰囲気中で加熱してシリコン酸化膜6(反射防止膜6a)を形成する。

次に、図4に示すように、第1の平坦面2と反対側を機械的化学的研磨方法により加工して直径0.8mm程度でp形シリコン単結晶が露出した第2の平坦面7を形成する。この第1、第2平坦面2、7は球の中心の両側の1対の頂部に平行に形成される。この第2の平坦面7の直径を第1の平坦面2の直径と異なるよう05 うに形成し、後述のリードフレームの接続工程において負電極9aと正電極9bの判別を容易に行えるようにする。

次に、図5に示すように、第1、第2の平坦面2、7を有する半導体素子1において、シリコン酸化膜6でマスクした状態で、第2の平坦面7に露出したp形シリコン単結晶の表面に公知の方法によりボロンを拡散させて、厚さ0.2~010 . 3μmのp<sup>+</sup>形の拡散層8を設ける。ボロンは、第2の平坦面7のp形層に拡散して、第2の平坦面7の縁辺でn<sup>+</sup>形の拡散層3と接するp<sup>+</sup>n<sup>+</sup>接合8aがシリコン酸化膜6の内側に形成され、p<sup>+</sup>n<sup>+</sup>接合8aの表面がシリコン酸化膜6で保護された状態となる。

次に、図6に示すように、第1の平坦面2における拡散層3の表面及び第2の15 平坦面7の拡散層8の表面に夫々銀ペーストを設け、それら銀ペーストを酸化性雰囲気中で600~800℃の温度範囲で加熱焼成し、p n接合4の両端に接続された負電極9a、正電極9bであって、拡散層3、p<sup>+</sup>形拡散層8と夫々低抵抗接続した負電極9a、正電極9bを形成する。こうして、粒状の太陽電池として好適の受光用半導体デバイス10が完成する。

20 尚、上記の製造方法は1例に過ぎず、n<sup>+</sup>形拡散層3、エッチング、電極形成、反射防止膜形成の工程などは、公知の方法の中から選択できる技術であり、使用する材料も上記のものに限定されず、従来から利用されている他の材料で製造してもよい。また、反射防止膜としては、上記のシリコン酸化膜の他酸化チタン膜など公知の反射防止膜を用いててもよい。

25 次に、上記のように製作した太陽電極としての半導体デバイス10を用いて大量生産に適した安価な樹脂モールド形受光用半導体モジュール30の構造と製造方法について説明する。最初に、その構造について、図13~図16を参照して説明する。

この受光用半導体モジュール20は、例えば25個の半導体デバイス10と、これら25個の半導体デバイス10を電気的に接続する導電接続機構であって6本のリードフレーム29からなる導電接続機構と、光透過部材31と、正極端子33及び負極端子34を備えている。

05 前記25個の粒状の半導体デバイス10は、導電方向を揃えた状態で複数行複数列（本実施形態では、5行5列）に配置され、導電接続機構により各列の複数の半導体デバイス10が電気的に直列接続されると共に、各行の複数の半導体デバイス10が電気的に並列接続されている。前記導電接続機構は、6本の金属製のリードフレーム29で構成され、各行の半導体デバイス10と隣接する行の半  
10 導体デバイス10の間にリードフレーム29が装着されて両側の電極9a, 9bに電気的に接続され、下端側の負極端子34と一体のリードフレーム29は第1行目の半導体デバイス10の電極9aを電気的に並列接続し、上端側の正極端子33と一体のリードフレーム29は第5行目の半導体デバイス10の電極9bを電気的に並列接続している。これら25個の半導体デバイス10と導電接続機構  
15 は、例えばアクリル樹脂やポリカーボネートなどの透明な合成樹脂からなる光透過部材31内に埋め込んだ状態にして覆われ、光透過部材31には、各列の半導体デバイス10に両側から外來光を導入させる部分円筒レンズ部31aが形成されている。この部分円筒レンズ部31aは、各列の半導体デバイス10へ外來光を効率的に導入する為のものであり、平坦面に形成する場合に比べて、広い指向  
20 性があり採光性、集光性、導光性に優れる。

以上説明した太陽電池パネルとしての受光用半導体モジュール20に等価な電気回路は、図16に示すようになる。25個の半導体デバイス10は5行5列のマトリックス状に配置され、各列の半導体デバイス10は6つのリードフレーム29を介して電気的に直列接続され、各行の半導体デバイス10はリードフレーム29を介して電気的に並列接続されている。

この半導体モジュール20では、何れかの半導体デバイス10が故障して機能停止した場合でも、その故障した半導体デバイス10による光起電力が発生しないだけで、その他の故障していない半導体デバイス10は、正常に作動して光起電

力を発生させ、その光起電力が正極端子33と負極端子34に確実に出力されるから、信頼性と耐久性に優れる受光用半導体モジュール20となる。

次に、以上説明した受光用半導体モジュール20（太陽電池モジュール）を製造する方法について、図7～図12を参照して説明する。

05 最初に、前記半導体デバイス10を製作する。そして、図7に示すように、鉄ニッケル合金（Fe 56%、Ni 42%）の薄板（厚さ0.3 mm程度）の表面に厚さ3 μm程度の銀メッキしたものを金型でパンチングして、4つの開口部27a, 27bを有するリードフレーム板21～26を製作する。これらリードフレーム板21～26には、幅が広い（4 mm程度）外枠部28と互いに平行な幅が狭い（1.5 mm）3本のリードフレーム29を形成する。尚、上下両側の2枚のリードフレーム板21, 26では、両端部を予め直角に折り曲げてあり、中間の4枚のリードフレーム板22～25は平板状に形成されている。

10 次に、図7～図9に示すように、リードフレーム板21～25のリードフレーム29の上に、夫々、導電性接着剤30a（例えば、銀エポキシ樹脂）を用いて  
15 半導体デバイス10を5個ずつ一定のピッチで負電極9aを下にして接着する。

次に、リードフレーム29の上の半導体デバイス10の正電極9bの上に導電性接着剤30bを塗る。次に、図8に示すように、最下段の15個（5個×3）の半導体デバイス10の正極9bの上にリードフレーム板22のリードフレーム29を重ねる。同様に、順々にリードフレーム板23～26を重ね、各組の25  
20 個の半導体デバイス10が共通の鉛直面内で5行5列の規則正しいマトリックス配置となるように整列させる。次に、各半導体デバイス10の正電極9bと負電極9aが上下のリードフレーム29に電気的に接続するように、最も上側のリードフレーム板26上に所定の重さのウェイト（図示略）を載せて160～180  
℃程度の温度で加熱し接着剤を硬化させる。

25 こうして、6枚のリードフレーム板21～26を介して各組（各モジュール）の25個の半導体デバイス10が電気的に接続され、3組の合計75個の半導体デバイス10が6枚のリードフレーム板21～26のリードフレーム29の間に規則正しく収められ、各組の25個の半導体デバイス10において、各列の半導

体デバイス 10 がリードフレーム 29 により電気的に直列接続されるとともに各行の半導体デバイス 10 がリードフレーム 29 により電気的に並列接続された状態となる。図 9 は、半導体デバイス 10 とその上下両側のリードフレーム 29 の拡大断面図である。

05 図 10～図 12 に示すように、75 個の半導体デバイス 10 と 6 枚のリードフレーム板 21～26 との組立て体 30 を成形金型（図示略）に収容し、透明合成樹脂（例えば、アクリル樹脂やポリカーボネイトなど）を用いて成形し、前記の透明合成樹脂からなる光透過部材 31 内に 5 行 5 列の半導体デバイス 10 とそれに対応するリードフレーム 29 を埋め込んで光透過部材 31 で覆った状態にする  
10 こうして、太陽電池パネルとしての 3 組の受光用半導体モジュール 20 が同時に成形される。光透過部材 31 には、各列の半導体デバイス 10 に両側から外來光を集中させる部分円筒レンズ部 31a が形成されている。

最後に、3 組の受光用半導体モジュール 20 を切り離す。この場合、先ず、中間のリードフレーム板 22～25 においては、リードフレーム 29 が光透過部材  
15 31 から外へ伸びた両端の切断部 32 で成形金型により切断する。上下両側のリードフレーム板 21, 26 においては、そのリードフレーム 29 がそのままの幅で光透過部材 31 外へ延びるように切断部を切断し外枠部 28 から分離する。

次に、前記実施形態を部分的に変更した種々の変更形態について説明する。

1] 変更形態 1 . . . (図 17 参照)  
20 図 17 に示す半導体デバイス 10A は、第 2 の平坦面 7 にアルミニウムボールをボンディングした正電極 9c が形成されている。尚、前記の p+ 形の拡散層 8 は省略されている。この半導体デバイス 10 を製造する場合、半導体デバイス 10 の製造方法における図 1～図 4 と同様の工程を実行してから、負電極 9a をハンダ 11 にてリードフレーム 29 に接合した状態で、第 2 の平坦面 7 の中心部に  
25 、直径 0.3～0.4 mm のアルミニウムボールを超音波と熱を加えながらボンディングし、バンプ状の正電極 9c を形成する。

ここで、前記アルミニウムボールの代わりに金のボールを用いてもよい。このような、ボールボンディングによる電極は、狭いスペースに正確に電極を形成す

るのに適しており、拡散や合金化する場合よりも低い温度で低抵抗接触を形成できる。この正電極 9 c の高さを大きくすることができるため、リードフレーム 2 9 との間の間隔、或いは半導体デバイス同士を直列接続する場合における半導体デバイスの電極との間の間隔を大きくとることができるために、正電極 9 c にのみ  
05 導電性接着剤を塗るのに適している。尚、前記の半導体デバイス 10 にも、この正電極 9 c を適用してもよい。尚、以上説明した半導体デバイス 10 A も、前記半導体デバイス 10 の代わりに、半導体モジュール 20 に適用可能である。

## 2] 変形態 2 . . . (図 18 ~ 図 21 参照)

最初に、半導体デバイス 10 B を製造する方法について、図 18 ~ 図 21 に基づいて説明する。最初に、図 18 に示すように、前記実施形態と同様に、p 形シリコン単結晶（抵抗率が  $1 \Omega \text{m}$ ）からなる真球状の半導体素子 1 a（直径 1.5 mm）の中心の両側の 1 対の頂部に平行な第 1、第 2 の平坦面 2、7 b を形成した半導体素子 1 B を作る。第 1、第 2 の平坦面 2、7 b の直径は夫々 0.6 mm, 0.8 mm 程度であり、第 1、第 2 の平坦面 2、7 b の平均直径は第 1、第 2  
15 の平坦面 2、7 b 間の距離よりも小さい。次に、図 19 に示すように、半導体素子 1 B の全表層部に n 形ドーピング不純物としてリンを拡散させて、厚さ 0.4 ~ 0.5  $\mu\text{m}$  程度の  $n^+$  形の拡散層 3 を形成し、この拡散層 3 を介してほぼ球面状の p n 接合 4 b を形成する。

次に、図 20 に示すように、リンを拡散させる際に生じたシリコン酸化膜をエ  
20 ッチング処理して除去する。次に、図 21 に示すように、第 1 の平坦面 2 の中心部に銀ペーストを直径 0.4 mm、厚み 0.2 mm 程度にドット状に印刷し、この銀ペーストを酸化性ガスあるいは不活性ガス雰囲気中で、600 ~ 800 °C の温度で加熱焼成し、拡散層 3 と低抵抗接続された負電極 9 a を形成する。次に、第 2 の平坦面 7 b の表面に直径 0.4 mm、厚み 0.3 mm 程度でドット状のアルミニウムを載せ、不活性ガス雰囲気又は真空中で 750 ~ 850 °C の温度まで  
25 急速加熱しその後直ちに冷却する。その結果、アルミニウムとシリコンの共晶反応によって溶けたシリコンがシリコン単結晶を種にして図示のようにアルミニウムがドープされた  $p^+$  形の再結晶層 8 b が成長する。これは、合金型 p n 接合と

いう技術である。

前記の再結晶層 8 b が拡散層 3 を貫通するため、表面に残ったアルミニウムは、 p 形シリコン単結晶の部分と p<sup>+</sup> 形の再結晶層 8 b を介して低抵抗接触した負電極 9 d を形成する。尚、 p n 接合 4 b は、 p<sup>+</sup> n<sup>+</sup> 接合 4 d に接続されている  
05 。その後、半導体素子 1 B の表面に反射防止膜を形成する。

この半導体素子 1 B では、前記の半導体デバイス 1 0 のようにボロンの拡散を行う必要がなく、 p<sup>+</sup> 形の再結晶層 8 b の形成と正電極 9 d の形成とを同時にを行うことができる。正電極 9 d の高さが大きくなるため、再結晶層 8 b の表面を汚すことなく、導電性の接着剤の塗布を行うことができる。

10 ここで、前記のアルミニウムの代わりに、原子比で金 9 9 %、ボロン 1 %程度の金 (A u B) 、又は、原子比で金 9 9 %、ガリウム 1 %程度の金 (A u G a) を用いて再結晶層 8 b の形成と正電極 9 d の形成とを同時にを行うことができる。尚、この半導体デバイス 1 0 B も、前記半導体デバイス 1 0 の代わりに、半導体モジュール 2 0 に適用可能である。

15 3] 変形態 3 . . . (図 2 2 ~ 図 3 0 参照)

図 2 7 に示すように、太陽電池として好適の受光用半導体デバイス 1 0 C は、円柱状の半導体素子 4 1 と、その第 1 、第 2 の平坦面 4 2 , 4 3 と、 n 形の拡散層 4 4 と、 p n 接合 4 5 と、 p<sup>+</sup> 形の拡散層 4 7 と、反射防止膜としてのシリコン酸化膜 4 6 と、負電極 4 9 a 及び正電極 4 9 b などを有するものである。この  
20 半導体デバイス 1 0 C は、短い円柱状に形成されており、前記半導体デバイス 1 0 と形状は異なるものの、同様の構造のものであるので、簡単に説明する。

半導体素子 4 1 は、 p 形のシリコン単結晶からなる円柱状の半導体素子であって、 1 対の端部に軸心と直交する平行な第 1 、第 2 の平坦面 4 2 , 4 3 を形成したものである。拡散層 4 4 は、半導体素子 4 1 の第 1 の平坦面 4 2 と外周面の表  
25 層部に形成され、この拡散層 4 4 を介して半導体素子 4 1 の表層部には p n 接合 4 5 が形成されている。第 2 の平坦面 4 2 の拡散層 4 4 は機械化学的研磨により除去され、第 2 の平坦面 4 3 には p<sup>+</sup> 形の拡散層 4 7 が形成されている。第 1 の平坦面 4 2 において拡散層 4 4 の表面に負電極 4 9 a が設けられ、第 2 の平坦面

4 3において拡散層4 7の表面に正電極4 9 bが形成されている。尚、拡散層4 4、p n接合4 5、拡散層4 7、正電極4 9 a及び負電極4 9 bなどは前記半導体デバイス1 0のものと同様のものである。

次に、前記の円柱状の半導体デバイス1 0 Cの製造方法について図2 2～図2 7を参照して説明する。先ず、図2 2、図2 3に示すように、抵抗率が $1 \Omega m$ 程度のp形シリコン単結晶からなる直径1. 5 mmの細長い円柱状の半導体素材4 0を製作し、その円柱半導体素材4 0を軸心方向の長さが1. 6 mmとなるよう切断して、両端に軸心と直交する互いに平行な第1、第2平坦面4 2、4 3を有する短い円柱状(つまり、粒状)の半導体素子4 1を製作する。

尚、p形シリコン単結晶からなる前記の円柱状半導体素材4 0は、例えばグラファイト製のルツボの底に開けたノズル状の穴から<1 1 1>方位の種結晶とルツボ内シリコン融液を接触させて下方に引き出すことにより単結晶を成長させることで製造することができる。細長い円柱状に形成できるため加工に伴うロスが少なく経済的である。尚、円柱状半導体素材4 0の直径は1. 5 mmに限定されるものではなく、1～3 mm程度の直径でもよい。

次に、図2 4に示すように、円柱状の半導体素子4 1の全面からリンを拡散して深さ $0.4 \sim 0.5 \mu m$ のn<sup>+</sup>形拡散層4 4を設け、この拡散層4 4を介して半導体素子4 1の第1の平坦面4 2と外周面の表層部にp n接合4 5を形成する。

次に、図2 4、図2 5に示すように、リン拡散の際に表面に形成されたシリコン酸化膜を一旦フッ酸水溶液を用いて除去し、半導体素子4 1を酸素雰囲気中で加熱してシリコン酸化膜4 6(反射防止膜)を全表面に形成する。その後、第2の平坦面4 3を機械的化学的研磨法により研磨してn<sup>+</sup>形拡散層4 4を除去してシリコン単結晶を露出させた第2平坦面4 3を形成する。

次に、図2 6に示すように、第2の平坦面4 3のシリコン酸化膜を除去してから第2の平坦面4 3にボロンを拡散し、深さ $0.1 \sim 0.2 \mu m$ のp<sup>+</sup>形の拡散層4 7を設ける。これにより、p<sup>+</sup>n<sup>+</sup>接合4 8が形成され、その終端はシリコン酸化膜4 6の内側にでき、外部と遮断される。

次に、図2 7に示すように、第1、第2の平坦面4 2、4 3の中心部に直径0.

5 mm、厚さ0.2 mm程度の銀ペーストをドット状に印刷し、前記半導体デバイス10と同様に焼成し、拡散層44、拡散層47と夫々低抵抗接触した負電極49a、正電極49bを設ける。これで、ソーラーセルに好適の円柱状の半導体デバイス10Cとなる。この半導体デバイス10Cにおいても、前記図18～図205 1に示したのと同様にして負極と正極を形成してもよい。この半導体デバイス10Cは、球状ソーラセルよりもセルの製造が容易であり、全方向ではないが半導体素子の半径方向に対しては均一な指向性を持ち、平面状のセルよりも採光能力が高く優れた光電変換性能が得られる。

前記半導体モジュール20における半導体デバイス10の代わりに、この半導10体デバイス10Cを適用して図28～図30に示すように、前記半導体モジュール20とほぼ同様の半導体モジュール20Aを構成することができる。この半導体モジュール20Aにおけるリードフレーム29A、負極端子34A、正極端子35A、光透過部材31Aなどは、前記半導体モジュール20のものと同様であるので、同様の符号を付して説明を省略する。

#### 15 4] 変更形態4・・・(図31～図34参照)

次に、前記半導体デバイス10を適用した受光機能のある半導体モジュール20Bの構造と製造方法について説明する。図33、図34に示すように、この半導体モジュール20Bは、受光機能のある例えば72個(12個×6)の粒状の半導体デバイス10と、金属製の8つの環状リードフレーム51～57を含む導20電機構50と、光透過部材58とを有する。72個の半導体デバイス10は、導電方向を揃えた状態で12列に区分されて周方向に等間隔おきにリング状に配置されて12列をなしている。

導電接続機構50は、最下段の負極端子51a付きの環状リードフレーム51と、中段の環状リードフレーム52～56と、最上段の正極端子57a付きの環25状リードフレーム57とを有する。環状リードフレーム52～56は、前記実施形態のリードフレーム板(21～26)と同様の材質の同様の板厚のもので、幅1.5 mmの環状に形成されている。環状リードフレーム51、57は、前記リードフレーム板(21～26)と同様の材質で約1.0 mmの板厚のものである。

環状リードフレーム 5 1, 5 7 には 4 つの負極端子 5 1 a、4 つの正極端子 5 7 a が夫々一体形成されている。この導電接続機構 5 0 は、各列の 6 個の半導体デバイス 1 0 を電気的に直列接続すると共に各リングの 1 2 個の半導体デバイス 1 0 を電気的に並列接続している。

05 円筒状の光透過部材 5 8 は、アクリルやポリカーボネートなどの透明合成樹脂で厚肉の円筒状に形成されている。リング状に配設された 1 2 列の半導体デバイス 1 0 は、光透過部材 5 8 の周壁 5 8 a 内に埋め込まれている。光透過部材 5 8 の周壁 5 8 a の内周面にはその周壁 5 8 a を透過した光を半導体デバイス 1 0 の方へ乱反射させる乱反射面 5 8 b が形成されている。この乱反射面 5 8 b は小形  
10 の多数のピラミッド面である。

この半導体モジュール 2 0 B を製造する方法について説明する。

図 3 1、図 3 2 に示すように、最初に、環状リードフレーム 5 1 ~ 5 7 と、7 2 個の半導体デバイス 1 0 を製作して準備する。次に、前記半導体モジュール 2 0 を製作したのとほぼ同様に、環状リードフレーム 5 1 の上面に 1 2 個の半導体  
15 デバイス 1 0 を負電極 9 a が下となるように配置して導電性接着剤で接着する。次に、その 1 2 個の半導体デバイス 1 0 の正電極 9 b に導電性接着剤を塗ってから、その上に環状リードフレーム 5 2 を載せて接着し、これを順々に繰り返して、図 3 2 のように組み立て、その後環状リードフレーム 5 7 の上に所定のウェイ  
トを載せた状態で、加熱して接着剤を硬化させる。

20 つまり、複数の環状リードフレーム 5 1 ~ 5 7 の間に 7 2 個の半導体デバイス 1 0 を導電方向を揃えた状態で組み込んで 1 2 列に区分し、周方向に等間隔おきにリング状に配置した 1 2 列に整列させ、各列の 6 個の半導体デバイス 1 0 を環状リードフレーム 5 1 ~ 5 7 を介して直列接続すると共に各リングの 1 2 個の半導体デバイス 1 0 を環状リードフレーム 5 1 ~ 5 7 を介して並列接続する。その  
25 結果、図 3 1、図 3 2 に示す組み立て体 6 0 となる。

次に、その組み立て体 6 0 を所定の成形用金型内に収容し、透明合成樹脂を注入することにより、図 3 3、図 3 4 に示す透明合成樹脂製の厚肉の円筒体のような光透過部材 5 8 を成形し、1 2 列の半導体デバイス 1 0 を透明合成樹脂製の円

筒状の光透過部材 5 8 の周壁 5 8 a 内に埋め込む。

この半導体モジュール 2 0 B によれば、全体として円筒状に形成されているため、外来光が全周 360 度のどの方向からくる場合でも、確実に受光して光電変換し、負極端子 5 1 a と正極端子 5 7 a 間に約 4.2 ボルト程度の起電力を発生する。光透過部材 5 8 の内周面に乱反射面 5 8 b を形成したので、光電変換の効率も高くなる。そして、光透過部材 5 8 の外径と内径の差により、入射角が大きい光は周壁 5 8 a 内を周回するように導光されて離れた位置の半導体デバイス 1 0 に達する。

次に、前記実施形態に適用可能な種々の変更例について説明する。

(1) 前記半導体素子 1, 4 1 を構成する半導体としては、シリコンの代わりに、他の半導体、例えば、Si と Ge の混晶半導体、あるいは多層構造の半導体を適用したり、GaAs、InP、GaP、GaN、InCuSeなどの何れかの半導体を適用してもよいし、また、その他の半導体を適用してもよい。

(2) 半導体素子 1, 4 1 の導電形は p 形に限定される訳ではなく、n 形でもよく、この場合 p 形拡散層を形成するものとする。

(3) 化学的気相成長法 (CVD) など他の半導体薄膜生成法を用いて前記拡散層 3, 4 4 と p n 接合 4, 4 5 を形成することも可能である。

(4) 反射防止膜 6 a、4 6 は、シリコン酸化膜以外の酸化チタンなど他の絶縁膜で構成してもよい。また、電極 9 a, 9 b、4 9 a, 4 9 b を形成する際に、銀ペースト以外の金属ペースト、アルミニウム、金などの電極材料を適用することも可能である。半導体デバイス 1 0 をリードフレーム 2 9 に接着する為に、導電性樹脂の代わりにハンダを適用してもよい。

(5) 半導体モジュール 2 0, 2 0 A における光透過部材の代わりに、半導体モジュールの両面に強化ガラスを装着し、その強化ガラスの間に透明なエチレンビニルアセテート (EVA) 樹脂等を充填し、端部を枠材で封止した構造を採用してもよい。

(6) 半導体モジュール 2 0, 2 0 A, 2 0 B に半導体デバイス 1 0 の代わりに、半導体デバイス 1 0 A, 1 0 B, 1 0 C の何れかを適用可能である。

半導体モジュール 20, 20A, 20B に装着する半導体デバイスの数や配置形態は、前記実施形態のものに限定される訳ではなく、自由に設定することができる。

(7) 前記の半導体モジュールは、受光機能のある半導体モジュールを例にして  
05 説明したが、本発明の半導体モジュールは発光機能のある半導体モジュールにも同様に適用可能である。但し、この場合、半導体デバイスとして発光機能のある半導体デバイス（球状の半導体デバイス、円柱状の半導体デバイス、あるいは粒状の半導体デバイス）を適用する必要がある。

このような発光機能のある半導体デバイスとしては、例えば、WO98/15983号  
10 公報やWO99/10935号公報に、本発明の発明者が提案した種々の球状の発光ダイオードを適用することができるし、その他の種々の構造の発光ダイオードを適用してもよい。このような発光機能のある半導体モジュールは、面発光形の照明装置、モノクロやカラーのディスプレイ或いは種々の表示装置、などに適用可能である。  
15 (8) その他、当業者であれば、本発明の趣旨を逸脱することなく、前記の実施形にその他の種々の変更を付加した形態で実施可能であり、本発明は、前記実施形態に開示した種々の形態だけに限定されるものではない。

### 請求の範囲

1. 発光又は受光機能のある粒状の複数の半導体デバイスであって、導電方向を揃えた状態で複数行複数列に配設された複数の半導体デバイスと、  
05 それら各列の複数の半導体デバイスを電気的に直列接続すると共に各行の複数の半導体デバイスが電気的に並列接続する導電接続機構と、  
を備えたたこと特徴とする発光又は受光用半導体モジュール。
2. 前記導電接続機構が、金属製の薄板からなる複数のリードフレームで構成されたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。
3. 前記全部の半導体デバイスを埋め込み状に覆う光透過部材を有することを特徴とする請求の範囲第2項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。
4. 前記半導体デバイスが太陽電池であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。
- 15 5. 前記半導体デバイスが球状の半導体デバイスであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。
6. 前記半導体デバイスが円柱状の半導体デバイスであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。
7. 前記半導体デバイスが、  
20 p形又はn形の半導体からなるほぼ球状の半導体素子であって、その中心の両側の1対の頂部に平行な第1、第2の平坦面を形成した半導体素子と、  
前記第1の平坦面を含む半導体素子の表層部に形成された拡散層およびこの拡散層を介して形成されたほぼ球面状のpn接合と、  
前記第1、第2の平坦面に夫々設けられ且つ前記pn接合の両端に接続された  
25 第1、第2の電極と、  
を備えたことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。
8. 前記半導体デバイスが、

p形又はn形の半導体からなる円柱状の半導体素子であって、その1対の端部に軸心と直交する平行な第1、第2の平坦面を形成した半導体素子と、

前記第1の平坦面を含む半導体素子の表層部に形成した拡散層およびこの拡散層を介して形成されたpn接合と、

05 前記第1、第2の平坦面に夫々設けられ且つ前記pn接合の両端に接続された第1、第2の電極と、

を備えたことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

9. 前記第1、第2の平坦面の平均直径が両平坦面間の距離よりも小さいこと  
10 を特徴とする請求の範囲第7項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

10. 前記第1、第2の平坦面は異なる直径に形成されたことを特徴とする請求の範囲第7項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

11. 前記半導体素子がシリコン半導体で構成されたことを特徴とする請求の範囲第7項又は第8項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

15 12. 前記半導体素子が、砒化ガリウム(GaAs)、隣化インジウム(InP)、隣化ガリウム(GaP)、窒化ガリウム(GaN)、セレン化インジウム・銅(Incus)のうちの何れかの化合物半導体で構成されたことを特徴とする請求の範囲第7項又は第8項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

13. 前記半導体素子がp形半導体で構成され、前記拡散層がn形拡散層で構成され、前記第2の平坦面にp形再結晶層が形成され、このp形再結晶層の表面に第2の電極が設けられたことを特徴とする請求の範囲第7項又は第8項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

14. 前記半導体素子がn形半導体で構成され、前記拡散層がp形拡散層で構成され、前記第2の平坦面にn形再結晶層が形成され、このn形再結晶層の表面に第2の電極が設けられたことを特徴とする請求の範囲第7項又は第8項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

15. 発光又は受光機能のある粒状の複数の半導体デバイスであって、導電方向を揃えた状態で複数列に区分されて周方向に適当間隔おきにリング状に配置さ

れた複数列をなす複数の半導体デバイスと、  
、それら各列の複数の半導体デバイスを電気的に直列接続すると共に各リングの  
複数の半導体デバイスを電気的に並列接続する導電接続機構と、  
を備えたこと特徴とする発光又は受光用半導体モジュール。

05 1 6. 透明合成樹脂製の円筒状の光透過部材を設け、前記リング状に配設された複数列の半導体デバイスを、前記光透過部材の周壁内に埋め込んだことを特徴とする請求の範囲第15項に記載の発光又は受光用半導体モジュール。

1 7. 前記光透過部材の周壁の内周面には光を乱反射させる乱反射面が形成されていることを特徴とする請求の範囲第16項に記載の発光又は受光用半導体モ  
10 ジュール。

1 8. 金属薄板製の複数のリードフレームと、発光又は受光機能のある粒状の複数の半導体デバイスを準備する第1工程と、

前記複数のリードフレームの間に複数の半導体デバイスを導電方向を揃えた状態で組み込んで、それら半導体デバイスを複数行複数列のマトリックス状に配置  
15 し、各列の半導体デバイスをリードフレームを介して直列接続すると共に各行の半導体デバイスをリードフレームを介して並列接続する第2工程と、

前記マトリックス状に配置した複数の半導体デバイスを透明合成樹脂製の光透過部材内に埋め込む第3工程と、

を備えたことを特徴とする発光又は受光用半導体モジュールの製造方法。

20 1 9. 前記第3工程において、各列の半導体デバイスの両側に部分円筒レンズ部を形成することを特徴とする請求の範囲第18項に記載の発光又は受光用半導体モジュールの製造方法。

2 0. 金属薄板製のリング状の複数のリードフレームと、発光又は受光機能のある粒状の複数の半導体デバイスを準備する第1工程と、

25 前記複数のリードフレームの間に複数の半導体デバイスを導電方向を揃えた状態で組み込んで複数列に区分し且つ周方向に適當間隔おきにリング状に配置した複数列に整列させると共に、各列の複数の半導体デバイスをリードフレームを介して直列接続すると共に各リングの複数の半導体デバイスをリードフレームを介

して並列接続する第2工程と、

前記複数列の半導体デバイスを透明合成樹脂製の円筒状の光透過部材の周壁内に埋め込む第3工程と、

を備えたことを特徴とする発光又は受光用半導体モジュールの製造方法。

図 1

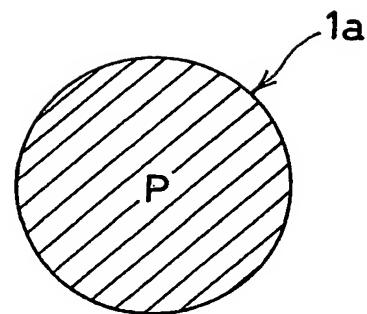


図 2

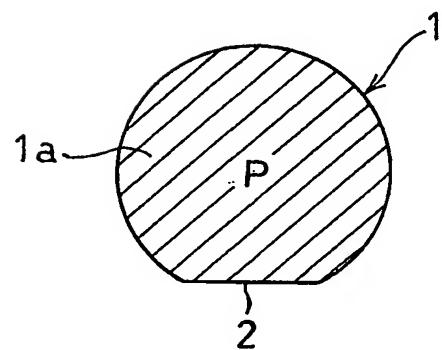


図 3

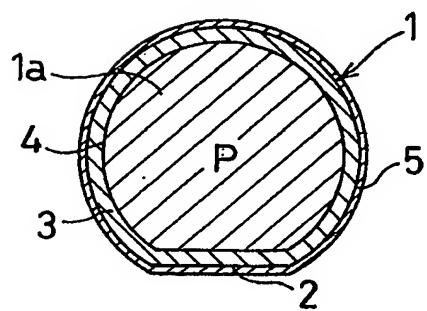


図 4

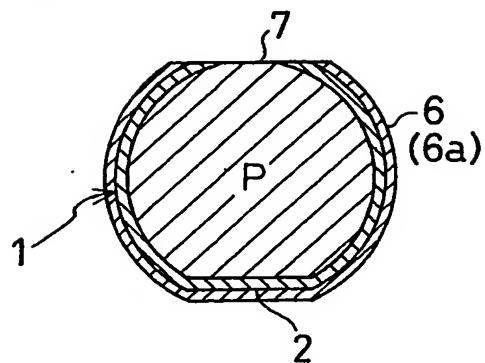


図 5

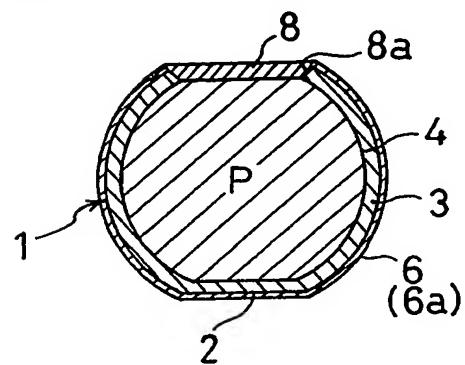


図 6

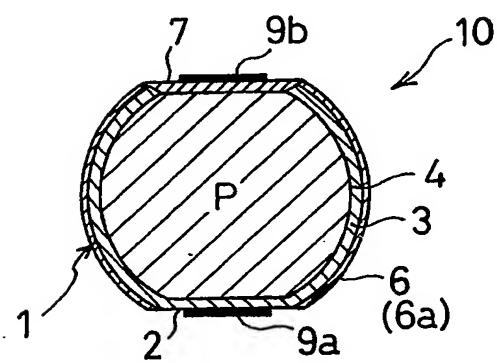


図 7

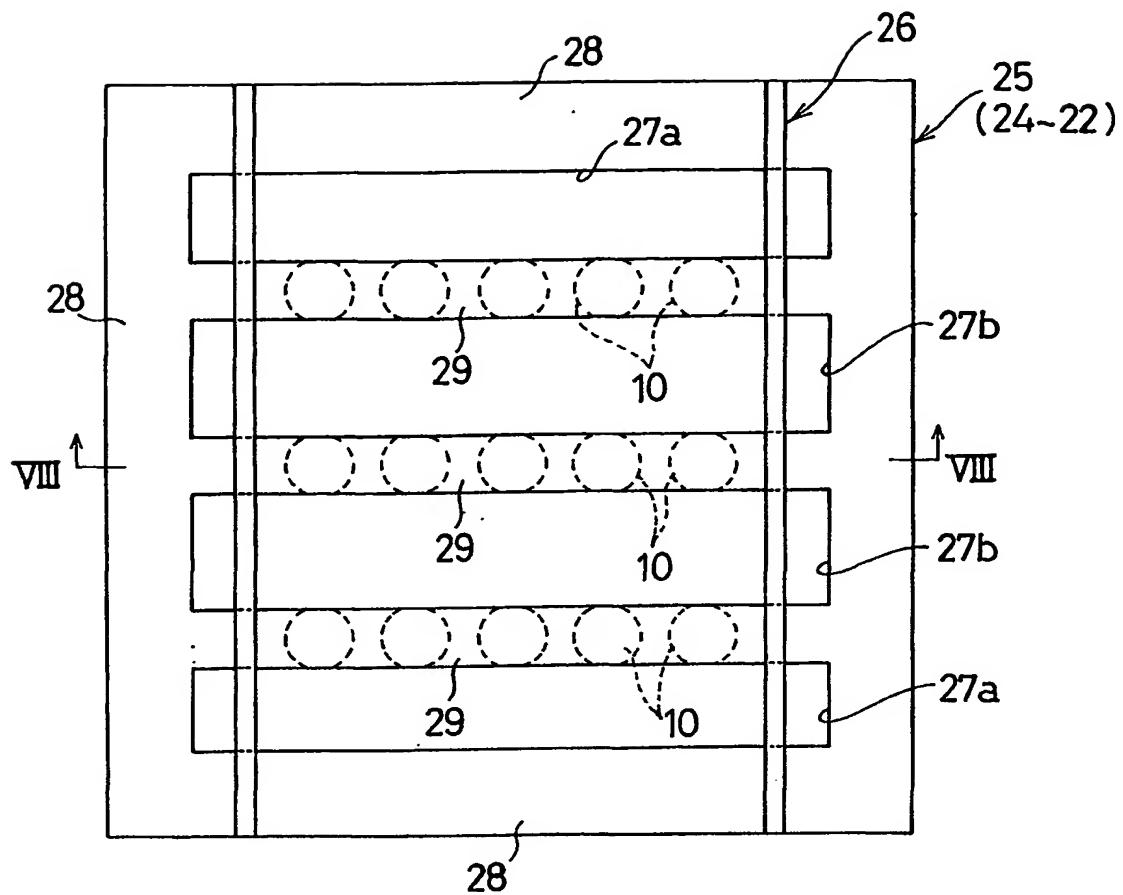


図 8

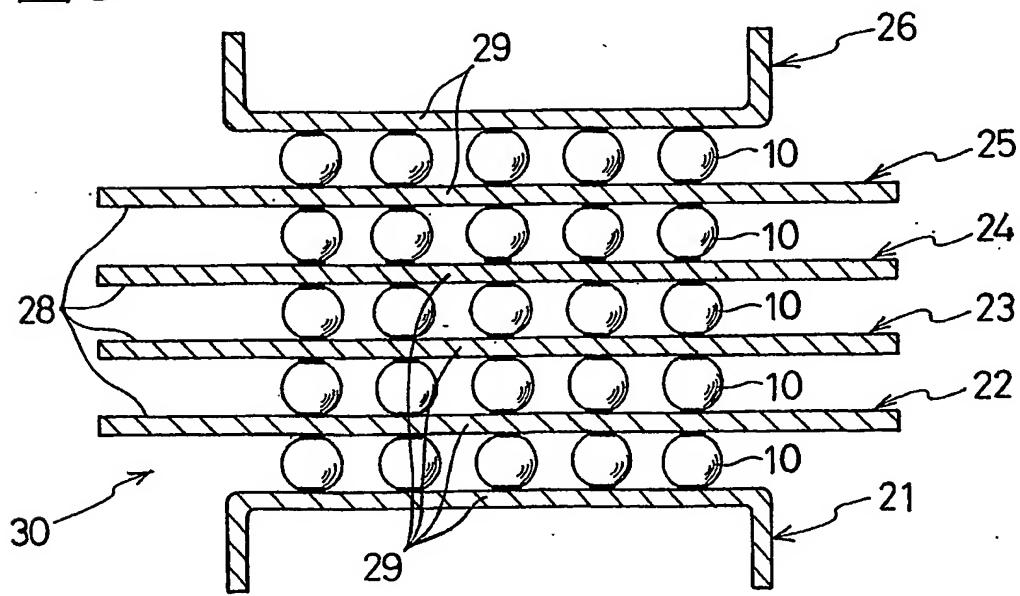


図 9

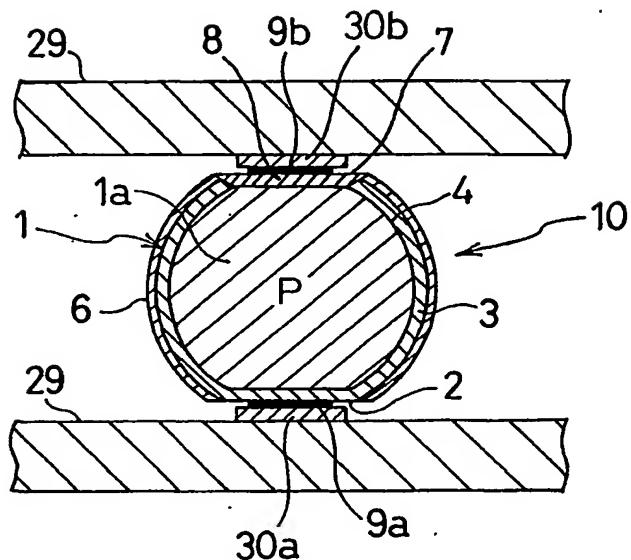


図 10

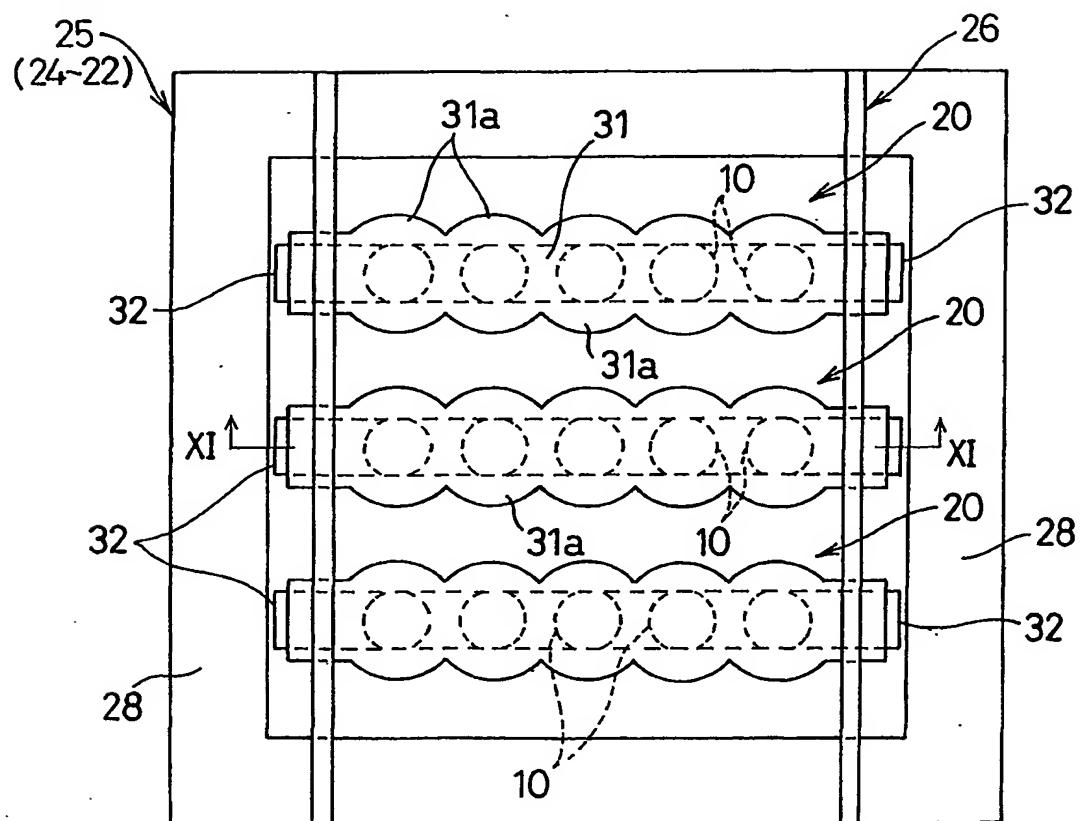


図 1 1

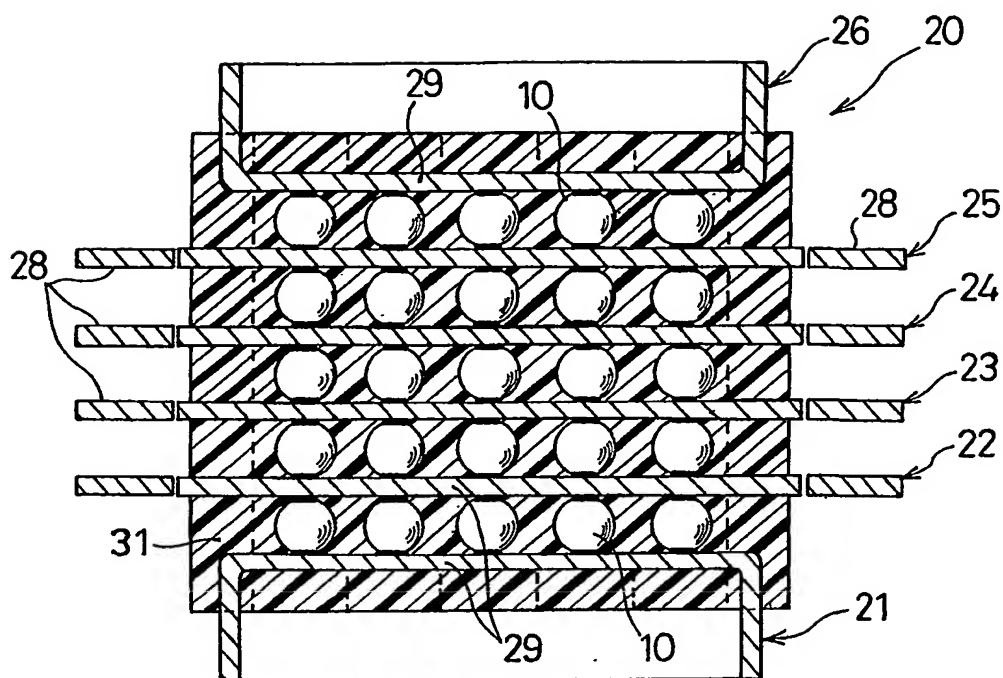
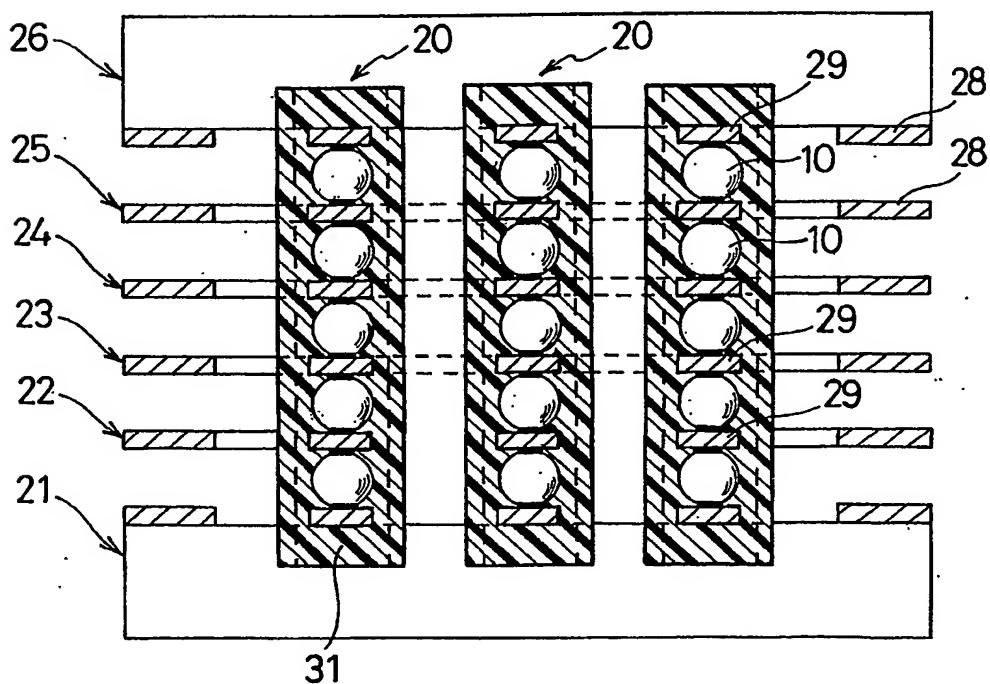
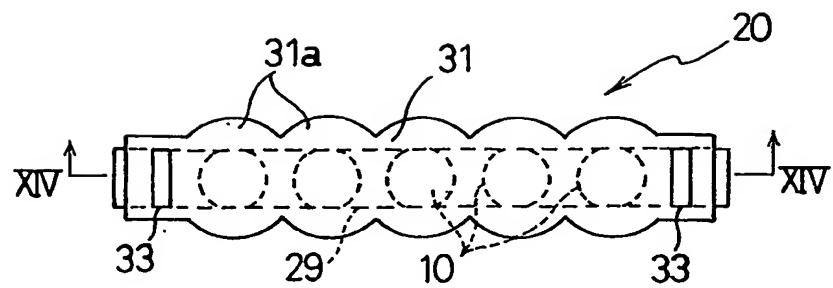


図 1 2



☒ 1 3



☒ 1 4

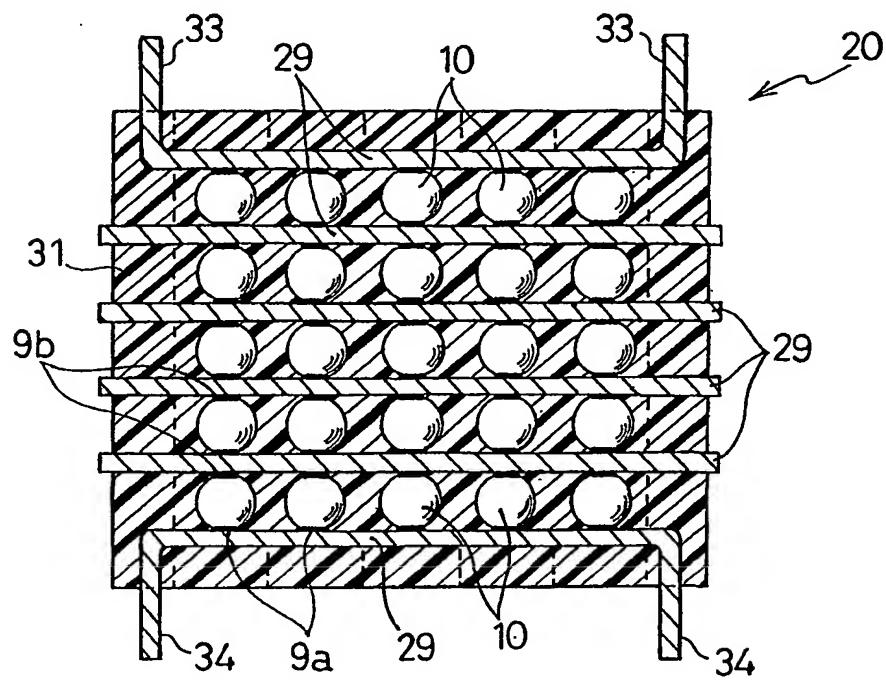


図 1 5

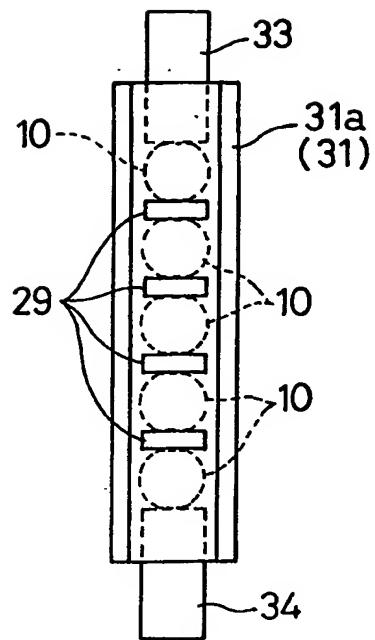
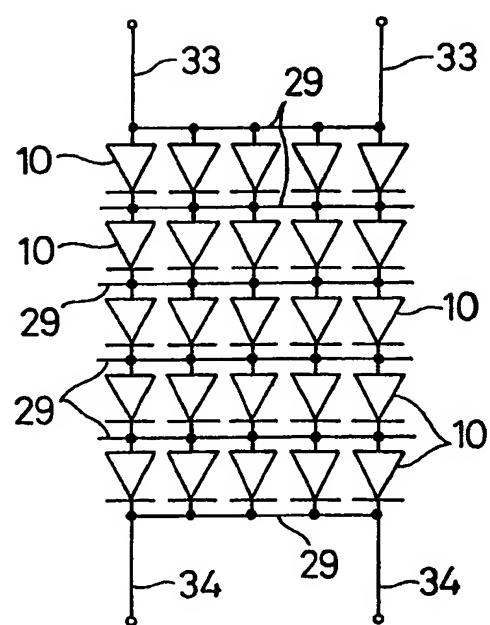
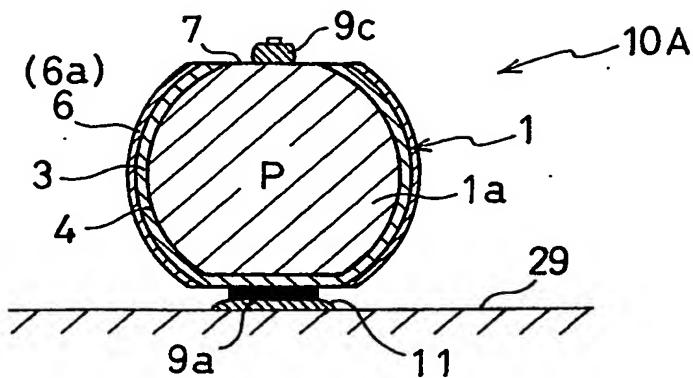


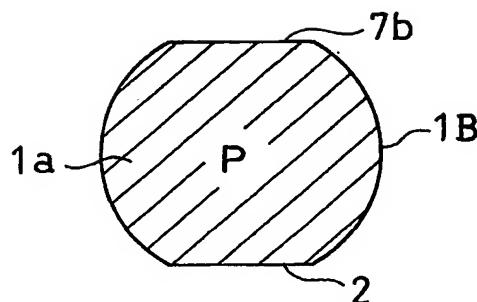
図 1 6



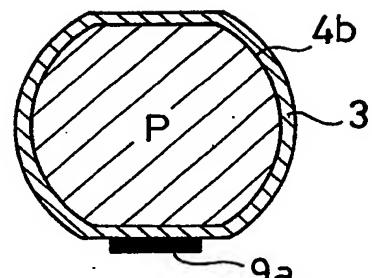
☒ 1 7



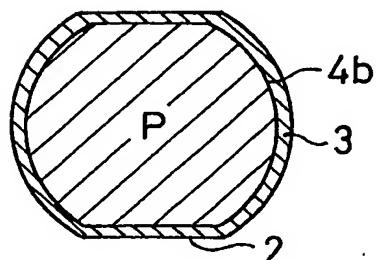
☒ 1 8



☒ 2 0



☒ 1 9



☒ 2 1

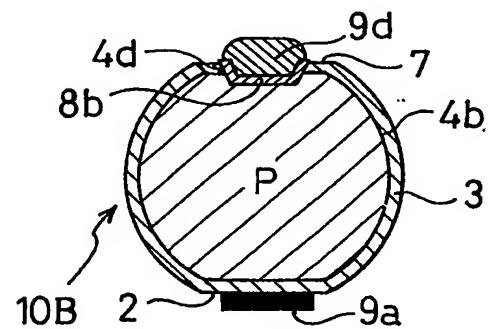


FIG 2 2

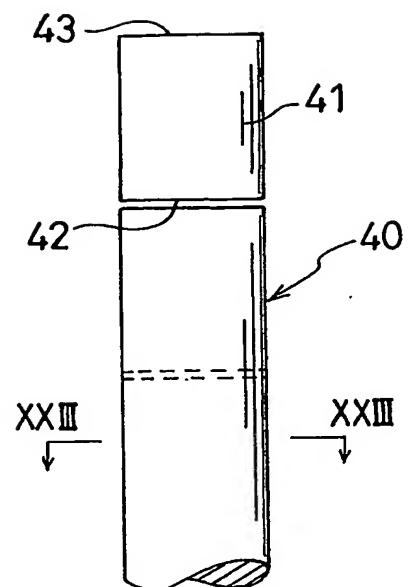
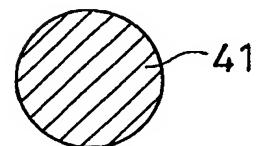
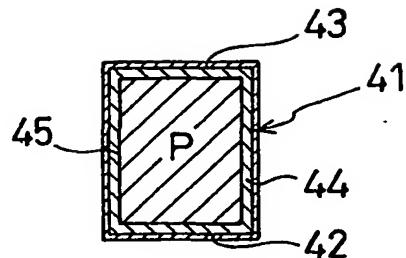


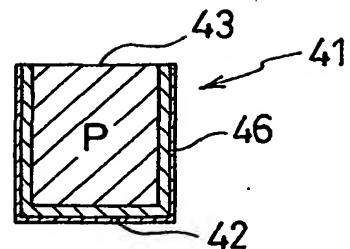
FIG 2 3



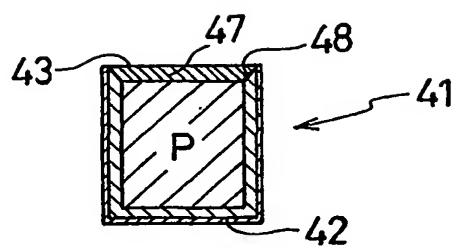
☒ 2 4



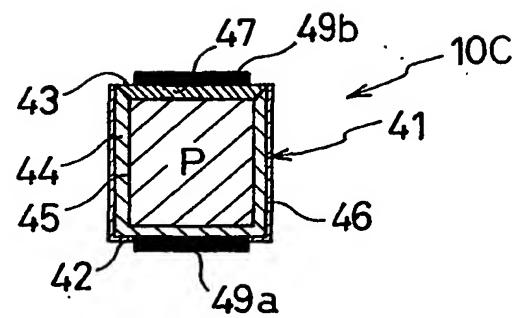
☒ 2 5



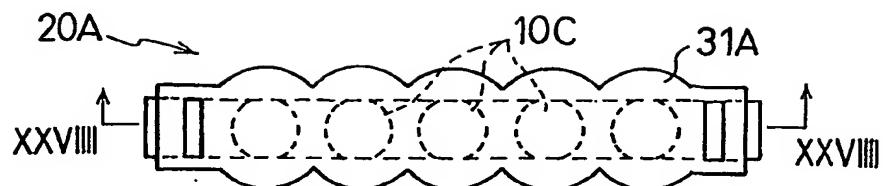
☒ 2 6



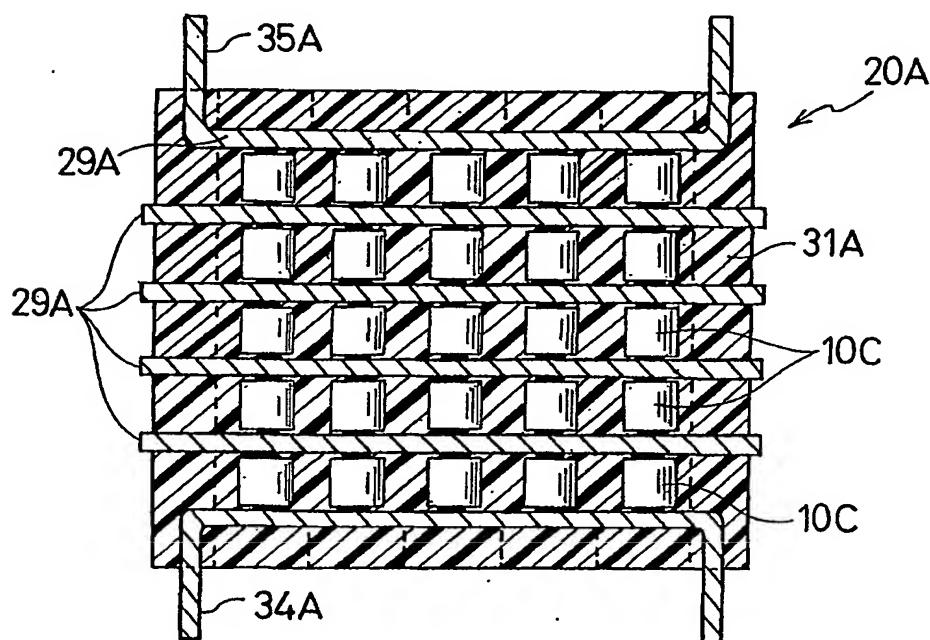
☒ 2 7



☒ 2 8



☒ 2 9



☒ 3 0

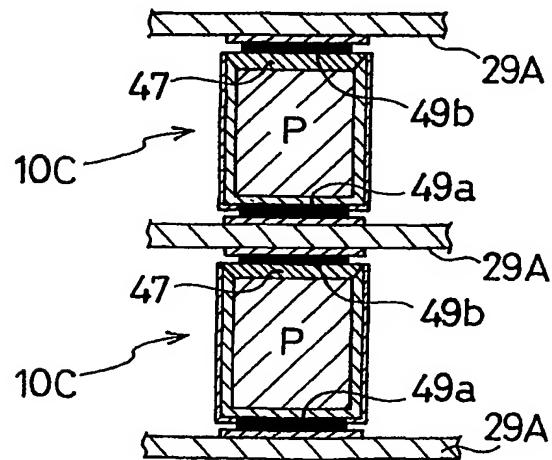


図 3 1

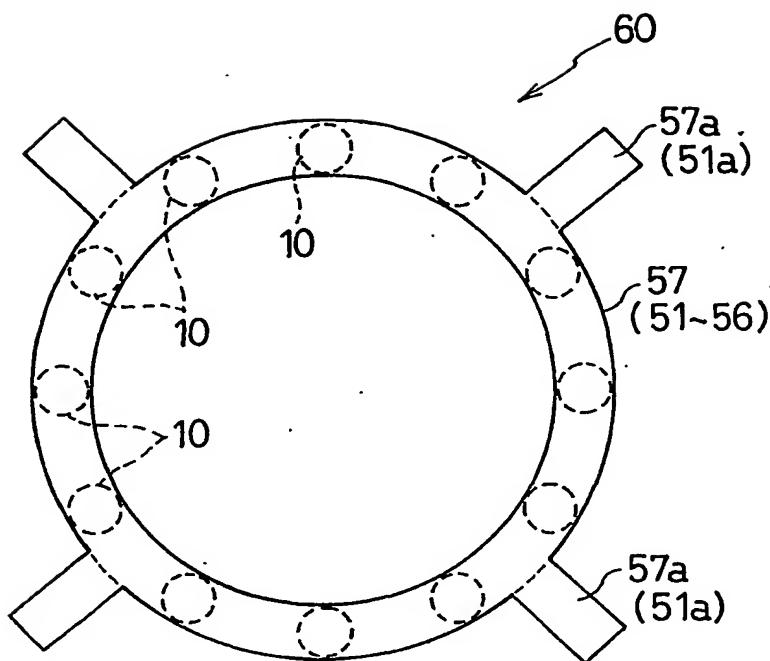


図 3 2

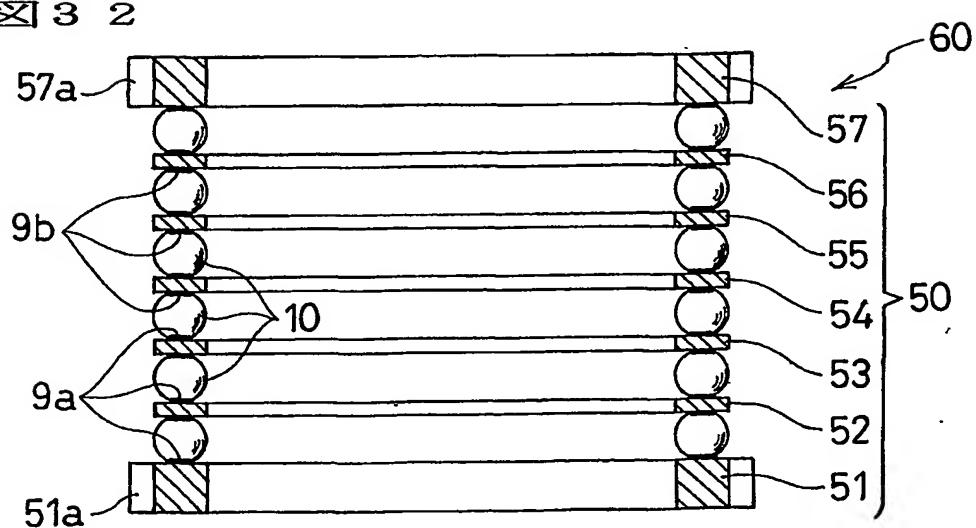


図 3 3

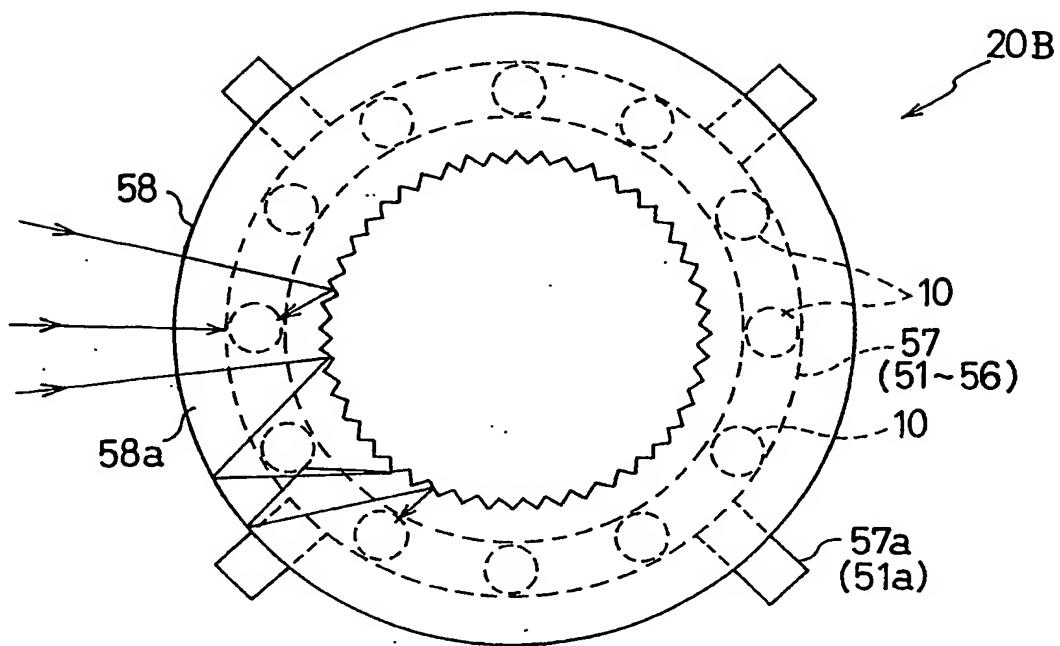
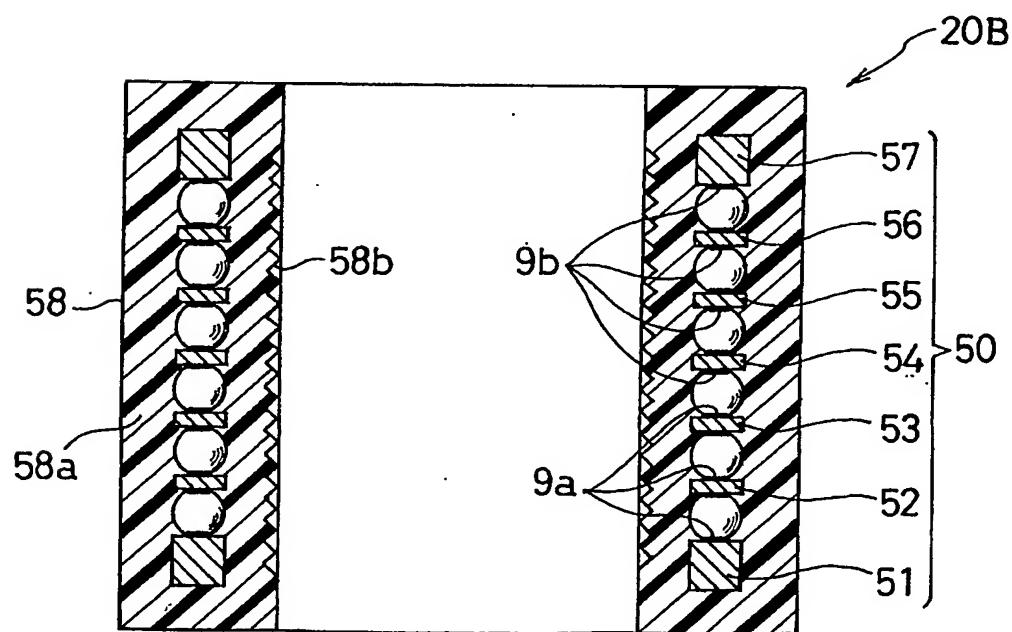


図 3 4



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP00/07360

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl' H01L31/042, H01L33/00, H01L25/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl' H01L31/04-31/078, H01L33/00, H01L25/00-25/13

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1965-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-162434 A (Hitachi, Ltd.), 20 June, 1997 (20.06.97), Figs. 9, 10, 18 (Family: none)	1-20
Y	WO 98/15983 (Josuke NAKATA), 16 April, 1998 (16.04.98), Fig. 26 & AU, 7227896, A & CA, 2239626, A & EP, 866506, A1 & AU, 715515, B	1-20
Y	JP 3-85755 A (Toshiba Corporation), 10 April, 1991 (10.04.91), Figs. 1, 2 (Family: none)	1-20
Y	JP 4-293261 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 16 October, 1992 (16.10.92), Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

*A" Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"B" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"C" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"D" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"E" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"F" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 26 January, 2001 (26.01.01)	Date of mailing of the international search report 06 February, 2001 (06.02.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/07360

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 51-6686 A (Hitachi, Ltd.), 20 January, 1976 (20.01.76), Figs. 4 to 6 (Family: none)	6, 8, 11-14
Y	WO 99/10935 A (Josuke NAKATA), 04 March, 1999 (04.03.99), Figs. 1 to 10 & AU, 4031397, A & EP, 940860, A1	7-14
Y	JP 52-17229 A (Jack St. Claire Kilby), 09 February, 1977 (09.02.77), Figs. 11, 14 & SE, 7608483, A & NL, 7608131, A & DE, 2633878, A1 & FR, 2319962, A & US, 4021323, A & ES, 450191, A1 & AU, 1610776, A1 & US, 4100051, A & US, 4136436, A & AU, 498330, B2 & GB, 1561309, A & CA, 1073995, A1 & IT, 1066231, A	7-14
Y	JP 5-36997 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 February, 1993 (12.02.93), Fig. 2 (Family: none)	7-14
Y	US 4691076 A (Texas Instruments Incorporated), 01 September, 1987 (01.09.87), Fig. 1 & JP, 61-124179, A & CN, 86100381, A & IN, 164227, A & US, 4806495, A1 & CN, 1041244, A & CN, 1042275, A & CN, 1044874, A & JP, 6-13633, A	7-14

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/07360

## A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1' H01L31/042, H01L33/00, H01L25/04

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1' H01L31/04-31/078, H01L33/00, H01L25/00-25/13

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1965-1996
日本国公開実用新案公報	1971-2000
日本国実用新案登録公報	1996-2000
日本国登録実用新案公報	1994-2000

## 国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 9-162434, A (株式会社日立製作所) (20.06.97) 図9, 図10, 図18 (ファミリーなし)	20.6月.1997 1-20
Y	WO, 98/15983 (中田仗祐) (16.04.98) 図26 & AU, 7227896, A & CA, 2239626, A & EP, 866506, A1 & AU, 715515, B	16.4月.1998 1-20

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
26.01.01

国際調査報告の発送日

06.02.01

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号特許庁審査官(権限のある職員)  
近藤幸浩  
印  
電話番号 03-3581-1101 内線 3253  
2K 8422

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/07360

C(続き)	関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	JP, 3-85755, A (株式会社東芝) (10. 04. 91) (ファミリーなし)	10. 4月. 1991 第1図, 第2図	1-20
Y	JP, 4-293261, A (富士電機株式会社) (16. 10. 92) (ファミリーなし)	16. 10月. 1992 図1乃至図5	1-20
Y	JP, 51-6686, A (株式会社日立製作所) (20. 01. 76) (ファミリーなし)	20. 1月. 1976 第4図乃至第6図	6, 8, 11-14
Y	WO, 99/10935, A (中田仗祐) (04. 03. 99) & AU, 4031397, A & JP, 940860, A1	4. 3月. 1999 図1乃至図10	7-14
Y	JP, 52-17229, A(ジャック セントクレアーキルビイ) (09. 02. 77) & SE, 7608483, A & NL, 7608131, A & DE, 2633878, A1 & FR, 2319962, A & US, 4021323, A & ES, 450191, A1 & AU, 1610776, A1 & US, 4100051, A & US, 4136436, A & AU498330, B2 & GB, 1561309, A & CA, 1073995, A1 & IT, 1066231, A	9. 2月. 1977 FIG. 11, FIG. 14	7-14
Y	JP, 5-36997, A (三洋電機株式会社) (12. 02. 93) (ファミリーなし)	12. 2月. 1993 図2	7-14
Y	US, 4691076, A (Texas Instruments Incorporated) (01. 09. 87) & JP, 61-124179, A & CN, 86100381, A & IN, 164227, A & US, 4806495, A1 & CN, 1041244, A & CN, 1042275, A & CN, 1044874, A & JP, 6-13633, A	1. 9月. 1987 Fig. 1	7-14